

38.9 [sidan 1068] Våg- och materiefysik MÖ

a) 'A 3.0 MeV proton' betyder att den kinetiska energin för den inkommande protonen (i område 1) är $E_{k,1} = 3.0 \cdot 10^6 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}$ J. Protonen når en potentialbarriär (område 2) av 'höjden' $U_{b,2} = 10 \text{ MeV} = 10^7 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}$ J och bredden $L = 10 \text{ fm} = 10^{-14}$ m. Vi behöver inte lösa Schrödingerekvationen i område 1 och 2, utan kan direkt använda standardformlerna för tunnling (38-38) och (38-39). Vi får

$$b = \sqrt{\frac{8\pi^2 m (U_{b,2} - E_{k,1})}{h^2}} = \sqrt{\frac{8\pi^2 \cdot 1.673 \cdot 10^{-27} \cdot 7 \cdot 10^6 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}}{(6.626 \cdot 10^{-34})^2}} = 5.8086 \cdot 10^{14}, \quad (1)$$

där m är protonens massa. Transmissionskoefficienten blir

$$T \approx \exp(-2bL) = \exp(-2 \cdot 5.8086 \cdot 10^{14} \cdot 10^{-14}) = 9.0097791 \cdot 10^{-6}. \quad (2)$$

Svar a): Transmissionskoefficienten för den inkommande protonen är $9.0 \cdot 10^{-6}$.

b, c) Den totala energin bevaras så när protonen gått igenom hela barriären (till område 3, där $U_3 = 0$), eller då den reflekteras, måste den kinetiska energin fortfarande vara 3.0 MeV.

Svar b, c): Den kinetiska energin är 3.0 MeV.

d) 'A 3.0 MeV deuteron', ger samma uträkningar som i **a)** förutom att $m = 3.344 \cdot 10^{-27} \approx 2 \cdot 1.673 \cdot 10^{-27}$ nu är deuterons massa

$$b = \sqrt{\frac{8\pi^2 m (U_{b,2} - E_{k,1})}{h^2}} = \sqrt{2} \cdot 5.8086 \cdot 10^{14}, \quad (3)$$

Transmissionskoefficienten blir

$$T \approx \exp(-2bL) = \exp(-2 \cdot \sqrt{2} \cdot 5.8086 \cdot 10^{14} \cdot 10^{-14}) = 7.326361 \cdot 10^{-8}. \quad (4)$$

Svar d): Transmissionskoefficienten för den inkommande deuteronen är $7.3 \cdot 10^{-8}$.

e, f) Den totala energin bevaras som i **b, c)**.

Svar e, f) : Den kinetiska energin är 3.0 MeV.